



PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy
of the following application as filed with this office.

Date of Application: February 18, 1999

Application Number: Japanese Patent Application
No. 11-040713

Applicant(s): NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE
CORPORATION

August 30, 1999

Commissioner,
Patent Office

Takeshi Isayama (Seal)

Certificate No.11-3060082

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年 2月18日

出 願 番 号

Application Number:

平成11年特許願第040713号

出 願 人

Applicant (s):

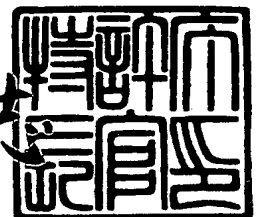
日本電信電話株式会社



1999年 8月30日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

伴佐山 建志



出証番号 出証特平11-3060082

【書類名】 特許願

【整理番号】 NTTH107101

【提出日】 平成11年 2月18日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G06F 17/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿三丁目 19 番 2 号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 小川 宏

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿三丁目 19 番 2 号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 中村 高雄

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿三丁目 19 番 2 号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 富岡 淳樹

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿三丁目 19 番 2 号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 高嶋 洋一

【特許出願人】

【識別番号】 000004226

【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社

【代表者】 宮津 純一郎

【代理人】

【識別番号】 100073760

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 誠

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011800

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電子透かし方法及びその装置並びに電子透かし処理プログラムを格納した記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 デジタル情報コンテンツに量子化値を用いて電子透かし情報を埋め込む方法において、デジタル情報コンテンツの部分データと、デジタル情報コンテンツの部分データの複雑度を入力とし、量子化によるデータ変更量を、デジタル情報コンテンツの部分データの複雑度に応じて量子化値内で変化させ、部分データ値を変更し、電子透かし情報を埋め込んだデジタル情報コンテンツの部分データを出力することを特徴とする電子透かし埋め込み方法。

【請求項 2】 請求項 1 記載の電子透かし埋め込み方法において、デジタル情報コンテンツの部分データをウェーブレット変換し、高周波成分データの値を閾値を用いてフィルタリングし、閾値を越えた個数からデジタル情報コンテンツの部分データの複雑度を計算することを特徴とする電子透かし埋め込み方法。

【請求項 3】 デジタル情報コンテンツに電子透かし情報を埋め込む方法において、デジタル情報コンテンツの部分データを入力とし、デジタル情報コンテンツの編集方法に応じた周波数帯域毎の変更量を用いて、周波数帯域毎の変更量を基に周波数成分の変更量を計算し、電子透かし情報を埋め込んだデジタル情報コンテンツの部分データを出力することを特徴とする電子透かし埋め込み方法。

【請求項 4】 透かし入りのデジタル情報コンテンツから電子透かし情報を読み取る方法において、透かし入りのデジタル情報コンテンツの部分データを入力とし、デジタル情報コンテンツの編集方法に応じた周波数帯域毎の変更量を用いて、周波数帯域毎の変更量を基に周波数成分から電子透かし情報を読み取り、出力することを特徴とする電子透かし読み取り方法。

【請求項 5】 デジタル情報コンテンツを周波数成分に変換し、周波数成分に電子透かし処理を施す方法において、ひとつまたは複数のデジタル情報コンテンツの第 1 の部分データと、電子透かしが入っているデジタル情報コンテンツの想定される編集方法を用いて、前記ひとつまたは複数のデジタル情報コンテンツを編集した第 2 の部分データを入力とし、デジタル情報コンテンツに電子透かし

処理を施す際に使用する直交変換を用いて、前記第1及び第2の部分データを周波数成分に変換し、該第1及び第2の周波数成分毎のデータの差分値の分布の標準偏差を計算し、これに透かし埋め込み強度をかけた値を各周波数成分の変更量として電子透かしを施すことを特徴とする電子透かし埋め込み方法。

【請求項6】 請求項1記載の電子透かし埋め込み方法において、電子透かし埋め込みに用いる量子化の値を、デジタル情報コンテンツの編集方法に応じた周波数帯域毎の変更量を用いて計算し、この値と部分データの複雑度を基に部分データ値を変更することを特徴とする電子透かし埋め込み方法。

【請求項7】 デジタル情報コンテンツに電子透かし情報を埋め込む装置であって、デジタル情報コンテンツの部分データと、デジタル情報コンテンツの部分データの複雑度を入力とし、量子化によるデータ変更量を、デジタル情報コンテンツの部分データの複雑度に応じて量子化値内で変化させ、部分データ値を変更し、電子透かしを埋め込んだデジタル情報コンテンツの部分データを出力する機能を有することを特徴とする電子透かし埋め込み装置。

【請求項8】 請求項7記載の電子透かし埋め込み装置において、デジタル情報コンテンツの部分データをウェーブレット変換し、高周波成分データの値を閾値を用いてフィルタリングし、閾値を超えた個数からデジタル情報コンテンツの部分データの複雑度を計算する機能を有することを特徴とする電子透かし埋め込み装置。

【請求項9】 デジタル情報コンテンツに電子透かし情報を埋め込む装置であって、デジタル情報コンテンツの部分データを入力とし、デジタル情報コンテンツの編集方法に応じた周波数帯域毎の変更量を用いて、周波数帯域毎の変更量を基に周波数成分の変更量を計算し、電子透かし情報を埋め込んだデジタル情報コンテンツの部分データを出力する機能を有することを特徴とする電子透かし埋め込み装置。

【請求項10】 透かし入りのデジタル情報コンテンツから電子透かし情報を読み取る装置であって、透かし入りのデジタル情報コンテンツの部分データを入力とし、デジタル情報コンテンツの編集方法に応じた周波数帯域毎の変更量を用いて、周波数帯域毎の変更量を基に周波数成分から電子透かし情報を読み取り

、出力する機能を有することを特徴とする電子透かし読み取り装置。

【請求項 1 1】 デジタル情報コンテンツを周波数成分に変換し、周波数成分に電子透かし処理を施す装置であって、ひとつまたは複数のデジタル情報コンテンツの第 1 の部分データと、電子透かしが入っているデジタル情報コンテンツの想定される編集方法を用いて、前記ひとつまたは複数のデジタル情報コンテンツを編集した第 2 の部分データを入力とし、デジタル情報コンテンツに電子透かし処理を施す際に使用する直交変換を用いて、前記第 1 及び第 2 の部分データを周波数成分に変換し、該第 1 及び第 2 の周波数成分毎のデータの差分値の分布の標準偏差を計算し、これに透かし埋め込み強度をかけた値を各周波数成分の変更量として電子透かしを施す機能を有することを特徴とする電子透かし埋め込み装置。

【請求項 1 2】 請求項 7 記載の電子透かし埋め込み処理装置において、電子透かしの埋め込みに用いる量子化の値を、デジタル情報コンテンツの編集方法に応じた周波数帯域毎の変更量を用いて計算し、この値と部分データの複雑度を基に部分データ値を変更する機能を有することを特徴とする電子透かし埋め込み装置。

【請求項 1 3】 デジタル情報コンテンツに電子透かし情報を埋め込むプログラムを格納した記録媒体であって、デジタル情報コンテンツの部分データと、デジタル情報コンテンツの部分データの複雑度を入力とし、量子化によるデータ変更量を、デジタル情報コンテンツの部分データの複雑度に応じて量子化値内で変化させ、部分データ値を変更し、電子透かし情報を埋め込んだデジタル情報コンテンツの部分データを出力するプロセスを有することを特徴とする電子透かし埋め込みプログラムを格納した記録媒体。

【請求項 1 4】 請求項 1 3 記載の記録媒体において、デジタル情報コンテンツの部分データを入力とし、デジタル情報コンテンツの部分データをウェーブレット変換し、高周波成分データの値を閾値を用いてフィルタリングし、閾値を越えた個数からデジタル情報コンテンツの部分データの複雑度を計算しするプロセスを有することを特徴とする電子透かし埋め込みプログラムを格納した記録媒体。

【請求項 15】 デジタル情報コンテンツに電子透かし情報を埋め込むプログラムを格納した記録媒体であって、デジタル情報コンテンツの部分データを入力とし、デジタル情報コンテンツの編集方法に応じた周波数帯域毎の変更量を用いて、周波数帯域毎の変更量を基に周波数成分の変更量を計算し、電子透かし情報を埋め込んだデジタル情報コンテンツの部分データを出力するプロセスを有することを特徴とする電子透かし埋め込みプログラムを格納した記録媒体。

【請求項 16】 透かし入りのデジタル情報コンテンツから電子透かし情報を読み取るプログラムを格納した記録媒体であって、デジタル情報コンテンツの部分データを入力とし、デジタル情報コンテンツの編集方法に応じた周波数帯域毎の変更量を用いて、周波数帯域毎の変更量を基に周波数成分から電子透かし情報を読み取り、出力するプロセスを有することを特徴とする電子透かし読み取りプログラムを格納した記録媒体。

【請求項 17】 デジタル情報コンテンツを周波数成分に変換し、周波数成分に電子透かし処理を施すプログラムを格納した記録媒体であって、ひとつまたは複数のデジタル情報コンテンツの第 1 の部分データと、電子透かしが入っているデジタル情報コンテンツの想定される編集方法を用いて、前記ひとつまたは複数のデジタル情報コンテンツを編集した第 2 の部分データを入力とし、デジタル情報コンテンツに電子透かし処理を施す際に使用する直交変換を用いて、前記第 1 及び第 2 の部分データを周波数成分に変換し、該第 1 及び第 2 の周波数成分毎のデータの差分値の分布の標準偏差を計算し、これを透かし埋め込み強度をかけた値を各周波数成分の変更量として電子透かしを施すプロセスを有することを特徴とする電子透かし埋め込みプログラムを格納した記録媒体。

【請求項 18】 請求項 13 記載の記録媒体において、電子透かしの埋め込みに用いる量子化の値を、デジタル情報コンテンツの編集方法に応じた周波数帯域毎の変更量を用いて計算し、この値と部分データの複雑度を基に部分データ値を変更するプロセスを有することを特徴とする電子透かし埋め込みプログラムを格納した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、画像もしくは音情報などを表すデジタル情報コンテンツに別の情報を埋め込む或いは読み取る電子透かし技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

マルチメディア著作物は、不正複製や改竄が容易であることから、情報利用者の正当な二次利用や情報コンテンツ提供者の情報発信の障害となっており、その著作権保護が訴えられている。画像や音声などのメディアの冗長性を利用し、人間に知覚されないように情報コンテンツに別の副情報を埋め込む技術に『電子透かし技術』がある。この技術は、重畳した情報の分離が困難なため、副情報として著作権情報や利用者IDなどを秘密裏に埋め込むことにより、マルチメディア著作物の著作権保護に有効な手段として考えられている。

【0003】

最新公知の電子透かし技術のいくつかの例を挙げると、特開平10-150517号公報、特開平10-210427号公報、特開平10-257300号公報、あるいは特開平10-304323号公報などがある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

電子透かし技術 (Digital Watermark, Data Hiding, Finger Printing, Steganography, 画像・音声深層暗号などとも呼ぶ) において、その性能の優劣を決定する要素としては

- (1) 電子透かしを埋め込んだ情報コンテンツの品質
- (2) 電子透かしを埋め込んだ情報コンテンツのメディア編集処理に対する埋め込んだ電子透かしの耐久性
- (3) 故意の電子透かしの消去および改竄に対する安全性
- (4) 電子透かしが埋め込まれた情報コンテンツから読み取った電子透かし情報の信頼性

などがあげられる。

【0005】

電子透かし技術を大別すると、データ値を量子化することにより意味つけを行なう方法（データ値をある量子化値で割算した結果を、例えば2で割算すると、その余りによってビット情報が表せる）と、もうひとつはスペクトラム拡散方法を用いて電子透かし信号を多重化する方法である。先に挙げた公知例は、これらのうち前者の礎としたものであるが、この方法においては、上記（1）に関しては、電子透かしを埋め込んだことを人間に知覚される、もしくは、電子透かしを埋め込むことにより情報コンテンツの商品価値が失われるといった問題があり、また、上記（2）に関しては、情報コンテンツを一般の利用者が普通に利用するだけで、埋め込んだ電子透かし情報が消失してしまうという程度の性能であった。特に、（1）と（2）を実用上十分な性能で両立させるのは難しい課題であった。

【0006】

本発明の目的は、電子透かしを埋め込んだ情報コンテンツの品質を向上させ、かつ電子透かしを埋め込んだ情報コンテンツのメディア編集処理に対する電子透かしの耐久性の向上を図ることにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明は、電子透かしを埋め込んだ情報コンテンツの品質の向上を達成するために、情報コンテンツの部分データにそれぞれ電子透かしを埋め込む処理（データの一部を変更することにより行なわれる）において、各部分データの人間の知覚に基づくデータ複雑度を計算し、その値に応じて部分データの変更量を変化させる。複雑度が高い程大きなデータ変更を行なう。即ち、本発明では、人間の知覚特性に比例するような情報コンテンツの局所的データ複雑度を利用することにより電子透かしを実現している。

【0008】

また、本発明は、電子透かしを埋め込んだ情報コンテンツのメディア編集処理に対する電子透かしの耐久性の向上を達成するために、周波数成分の値を変更することにより電子透かしを埋め込む処理において、埋め込み対象となる周波数成分毎に変更量を変える。予め、各周波数帯域毎に透かし強度マトリクスを用意し

ておき、これに電子透かし埋め込み強度を積算したものを、実際に電子透かしを埋め込む際の周波数成分変更量とする。各周波数帯域毎の変更量の比率に関しては、情報コンテンツの想定される使用（コンテンツ編集）方法によって、様々な原情報コンテンツ（画像なら画像、音声なら音声といった具合に十分多くのコンテンツをサンプルとして用意する）を編集し、編集前後の周波数成分の各係数値の変化量の分布を各周波数成分毎に求め、その分布の標準偏差を用いる。

【 0 0 0 9 】

本発明によれば、電子透かしの埋め込みに際する周波数成分の変化量の比率を周波数帯域毎に変化させ、かつ、それぞれ情報コンテンツの複雑度によって変化量を増減させることにより、電子透かしを埋め込んだ情報コンテンツの品質を向上させることと、電子透かしを埋め込んだ情報コンテンツの編集処理に対する電子透かしの耐久性の向上させることの両立を実現することができる。

【 0 0 1 0 】

【発明の実施の形態】

図 1 は、本発明による電子透かし埋め込み処理装置の入出力関係の概略図である。電子透かし埋め込み処理装置 1 0 は、主情報の画像や音情報のデジタル情報コンテンツ 1 1、鍵情報 1 2 及び副情報の電子透かし情報 1 3 を入力として、情報コンテンツ 1 1 に電子透かし情報 1 3 を埋め込み、透かし入りの情報コンテンツ 1 4 を出力する。

【 0 0 1 1 】

図 2 は、本発明による電子透かし読み取り処理装置の入出力関係の概略図である。電子透かし読み取り処理装置 2 0 は、透かし入りの情報コンテンツ 2 1 及び鍵情報 2 2 を入力として、透かし入り情報コンテンツ 2 1 に埋め込まれている電子透かし情報 2 3 を読み取って出力する。なお、鍵情報 2 2 は鍵情報 1 2 と同じものである。

以下に、本発明の各実施例について詳述する。

【 0 0 1 2 】

〔実施例 1〕

本実施例は、デジタル情報コンテンツの部分データと、デジタル情報コンテン

ツの部分データの複雑度を入力とし、量子化によるデータ変更量を、デジタル情報コンテンツの部分データの複雑度に応じて量子化値内で変化させ、部分データ値を変更し、電子透かし情報を埋め込んだデジタル情報コンテンツの部分データを出力するものである。

【0013】

まず、本実施例の基礎となる従来の量子化を用いた電子透かし埋め込み方法の一般的処理を説明し、次に、本実施例での改良点について説明する。

【0014】

図3は、従来の量子化を用いた電子透かし埋め込み処理の全体的フローチャートを示したものである。処理の概要は以下の通りである。

電子透かし埋め込み装置10は、入力されたデジタル情報コンテンツ11を複数ブロック（ここではmブロック）に分解してブロックデータ105を得（処理100）、該ブロックデータ105を直交変換して周波数成分行列（直交変換係数行列）115を生成する（処理110）。一方、入力された鍵情報12から擬似乱数系列125を生成する（処理120）。この擬似乱数系列125を用いて周波数成分行列115の各周波数成分（各ブロック）から係数値を一つずつ選択して、電子透かし対象の周波数成分系列135とする（処理130）。電子透かし情報13は各ビット、埋め込み繰り返し回数（t）だけ拡散し、電子透かし系列145を生成する（処理140）。この電子透かし系列145を周波数成分系列135に埋め込み、透かし入り周波数系列155を生成する（処理150）。その後、元の周波数成分行列115内の周波数系列135を透かし入り周波数系列155に置き換えて透かし入り周波数成分行列165を生成し（処理160）、この透かし入り周波数成分行列165を逆直交変換して透かし入りブロックデータ175を生成し（処理170）、入力された情報コンテンツ11のブロックデータ部分を透かし入りブロックデータ175に置き換え（処理180）、透かし入り情報コンテンツ14を出力する。

【0015】

図4は、従来の電子透かし埋め込み処理（処理150）の詳細フローチャートである。ここで、電子透かし情報の各ビットの埋め込み繰り返し回数tを

【数 1】

$$t = \lfloor \frac{m}{n} \rfloor$$

とし、 $w[j], s[j][k] \in \{0, 1\}$ ，周波数系列 $\{0 \leq j < n, 0 \leq k < t\}$ とする。

【0 0 1 6】

従来の周波数系列 $\{f[i]\}$ に電子透かしを埋め込む処理は次のようにして行われる。

【数 2】

1. すべての $i (0 \leq i < \lfloor \frac{m}{n} \rfloor \cdot n)$ に対して以下の処理を行なう。
2. 係数 $f[i]$ にかゝる電子透かしを埋め込んだ係数 $f'[i]$ を求める。

i) $\lfloor \frac{f[i]}{q} + \frac{1}{2} \rfloor \bmod 2$ が $s[X][Y]$ と等しい場合，

$$f'[i] \leftarrow \lfloor \frac{f[i]}{q} + \frac{1}{2} \rfloor \times q$$

ii) $\lfloor \frac{f[i]}{q} + \frac{1}{2} \rfloor \bmod 2$ が $s[X][Y]$ と異なっており， $\lfloor \frac{f[i]}{q} + \frac{1}{2} \rfloor$ が $\lfloor \frac{f[i]}{q} \rfloor$ と等しい場合，

$$f'[i] \leftarrow (\lfloor \frac{f[i]}{q} + \frac{1}{2} \rfloor + 1) \times q$$

iii) $\lfloor \frac{f[i]}{q} + \frac{1}{2} \rfloor \bmod 2$ が $s[X][Y]$ と異なっており， $\lfloor \frac{f[i]}{q} + \frac{1}{2} \rfloor$ が $\lfloor \frac{f[i]}{q} \rfloor$ と異なっている場合，

$$f'[i] \leftarrow (\lfloor \frac{f[i]}{q} + \frac{1}{2} \rfloor - 1) \times q$$

ただし、 q は周波数係数化 $f[i]$ に電子透かしを埋め込む際の量子化幅を表し、 $X = i / t$ ， $Y = i \bmod t$ とし、

【数 3】

$$\lfloor x \rfloor$$

とは x を超さない最大の整数、 $x \bmod y$ は x を y で割った余りを表す。

【0017】

図5は、従来の電子透かし埋め込み処理の概念を示したもので、電子透かしを埋め込む対象のデータ値を、電子化幅の中心値に変更することによって電子透かしを埋め込むことを表わしている。

【0018】

次に、本実施例1について説明する。これは、上記従来の量子化を用いた電子透かし埋め込みの核となる処理部分を改良したものである。

図6に本実施例1の全体の処理フローを示す。図6において、データの複雑度を計算する処理190と、該複雑度に応じて量子化によるデータ変更量を変化させるための電子透かし埋め込み処理が、図3に示した従来の処理フローからの変更点である。これ以外は図3と同じであるので、以下ではこの変更点について詳述する。

【0019】

ブロックデータ105を入力として、各部分コンテンツ毎に、そのデータ複雑度 $e[i]$ ($0 \leq e[i] \leq 1$) を計算して複雑度系列195を生成し(処理190)、電子透かし埋め込み対象データの係数値を、データ複雑度に応じた量子化幅内の値に変更する。本実施例において、データの複雑度を計算する方法については、従来手法を用いても構わない。例えば、画像の場合について特化して述べると、画像の局所的複雑度を求める処理を使用することも可能である。ただし、画像の局所的複雑度の値域が $-\alpha$ から $+\beta$ までの場合、これを0から1の値域となるように正規化処理を行なう必要がある。

【0020】

次に、本実施例1の核となる電子透かし埋め込み処理について詳述する。図7に、本実施例の電子透かし埋め込み処理(処理150)の詳細フローチャートを示す。

【0021】

本実施例1の周波数系列 $\{f[i]\}$ に電子透かしを埋め込む処理は次のようにして行われる。

【数 4】

1. すべての $i (0 \leq i < \lfloor \frac{m}{n} \rfloor \cdot n)$ に対して以下の処理を行なう。
2. 係数 $f[i]$ にかゝる電子透かしを埋め込んだ係数 $f'[i]$ を求める。
 - i) $\lfloor \frac{f[i]}{q} + \frac{1}{2} \rfloor \bmod 2$ が $s[X][Y]$ と等しい場合、

$$f'[i] \leftarrow f[i] + (\lfloor \frac{f[i]}{q} + \frac{1}{2} \rfloor \times q - f[i]) \times e[i]$$
 - ii) $\lfloor \frac{f[i]}{q} + \frac{1}{2} \rfloor \bmod 2$ が $s[X][Y]$ と異なっており、 $\lfloor \frac{f[i]}{q} + \frac{1}{2} \rfloor$ が $\lfloor \frac{f[i]}{q} \rfloor$ と等しい場合、

$$f'[i] \leftarrow (\lfloor \frac{f[i]}{q} + \frac{1}{2} \rfloor + \frac{e[i]+1}{2}) \times q$$
 - iii) $\lfloor \frac{f[i]}{q} + \frac{1}{2} \rfloor \bmod 2$ が $s[X][Y]$ と異なっており、 $\lfloor \frac{f[i]}{q} + \frac{1}{2} \rfloor$ が $\lfloor \frac{f[i]}{q} \rfloor$ と異なっている場合、

$$f'[i] \leftarrow (\lfloor \frac{f[i]}{q} + \frac{1}{2} \rfloor - \frac{e[i]+1}{2}) \times q$$

ただし、 q は周波数係数 $f[i]$ に電子透かしを埋め込む際の量子化幅を表し、 $X = i / j$, $Y = i \bmod t$ とし、

【数 5】

$\lfloor x \rfloor$

とは x を超えない最大の整数、 $x \bmod y$ は x を y で割った余りを表す。

【0 0 2 2】

図 8 は、本実施例 1 の電子透かし埋め込み処理の概念図である。、図 8 に示すとおり、各部分コンテンツ毎に、そのデータ複雑度 $e[i]$ ($0 \leq e[i] \leq 1$) を計算し、電子透かし埋め込み対象データの値を、データ複雑度に応じた量子化幅内の値に変更する。

【0 0 2 3】

一般的に、電子透かしを埋め込んだ情報コンテンツの品質と電子透かしの強度はトレードオフの関係にあるが、本実施例によれば、量子化に基づく電子透かし

方法により電子透かし埋め込みを行なった情報コンテンツの品質と電子透かしの耐久度のバランスを保ったまま双方を向上させることができる。すなわち、情報コンテンツの部分的複雑度に応じて電子透かしを埋め込んでいるため、データが複雑な部分に対しては従来より強い強度で、データが複雑でない部分に対しては、従来より弱い強度で電子透かしを埋め込むことにより実現している。

【0024】

また、電子透かし技術は、埋め込みと読み取りは対となった処理であるが、本実施例により埋め込み方法を従来方法から改良しても、読み取り方法は従来方法から変更することなく、埋め込んだ電子透かしを読み取ることが可能であることも大きな特徴である。

【0025】

〔実施例2〕

本実施例は、図6のデータの複雑度を計算する処理（処理190）にかかり、デジタル情報コンテンツの部分データを入力とし、デジタル情報コンテンツの部分データをウェーブレット変換し、高周波成分データの値を閾値を用いてフィルタリングし、閾値を越えた個数からデジタル情報コンテンツの部分データの複雑度を計算するものである。

【0026】

図9に、本実施例2のデータ複雑度計算処理の詳細フローチャートを示す。ここで、ブロックデータB[i]の次元をN、サイズを $M_0 \times M_1 \cdots \times M_{N-1}$ と仮定する。これをN次元ウェーブレット変換したものの高周波成分行列 $H_0 H_1 \cdots \times H_{N-1}$ の各要素 $h_{v_0, v_1, \dots, v_{N-1}}$ ($0 < v_u < M_u / 2$, $0 < u < N$) に対して、

【数 6】

1. $count \leftarrow 0$ とする.
2. すべての $(v_0, v_1, \dots, v_{N-1})$ に対して 3 の処理を行なう (N 次元ループ).
3. 予め設定した閾値 $\Delta \geq 0$ に対して,
 もし, $|h_{v_0, v_1, \dots, v_{N-1}}| \geq \Delta$ ならば, $count \leftarrow count + 1$ とする.
 ただし, $|x|$ は x の絶対値を表す.
4. 予め設定した閾値 $\Gamma \geq 0$ に対して,
 もし, $count \geq \Gamma$ ならば, $e[i] \leftarrow 1.0$
 そうでないならば, $e[i] \leftarrow \frac{count}{\Gamma}$ とする.

の処理を行う。

【0 0 2 7】

このデータ複雑度計算処理において、例えば、 $N = 2$ （画像）、ウェーブレット変換の基底を How 基底、 $M_0 = 16$ 、 $M_1 = 16$ の場合を考えると、人間の知覚に閾知されないように電子透かしを埋め込むためには、 $\Delta = 4$ 、 $\Gamma = 16$ 程度の値がバランス的によいという結果が実験より得られた。

【0 0 2 8】

実施例 2 によれば、電子透かしの処理対象や単位（ブロックデータのサイズ）、用いる直交変換など、電子透かし技術の特徴に応じて、二つの閾値 Δ 、 Γ を設定することにより、人間の知覚に比例するように近似した上記関数を実現することができる。電子透かし技術に適用することにより、従来より個々の情報コンテンツの特徴に応じた電子透かし埋め込みを行なうことができる。

【0 0 2 9】

〔実施例 3〕

本実施例は、電子透かし埋め込み処理において、デジタル情報コンテンツの部分データを入力とし、デジタル情報コンテンツの編集方法に応じた周波数帯域毎の変更量を用いて、周波数帯域毎の変更量を基に周波数成分の変更量を計算し、電

子透かし埋め込んだデジタル情報コンテンツの部分データを出力するものである。

【0030】

ブロックデータ $B[i]$ の次元を N 、サイズを $M_0 \times M_1 \cdots \times M_{N-1}$ とする。このとき、各周波数成分の帯域毎の変更幅の比率を表す系列は、電子透かしを用いたシステムを運用する以前に、十分多くの情報コンテンツを用いて予め求めておく必要がある。具体的な $q[i]$ の計算方法については後の実施例 5 で説明する。

【0031】

図 10 に、各周波数帯域毎の量子化幅の比率を求める処理フローを示す。まず、情報コンテンツ 1000 を入力として、該入力情報コンテンツをブロック分解してブロックデータ 1015 を得（処理 1010）、該ブロックデータ 1015 を直交変換して第 1 の周波数成分行列 1025 を生成する（処理 1020）。次に、情報 1000 についてデータ非可逆圧縮などの編集処理を施こして情報コンテンツ 1035 を生成し（処理 1035）、該編集した情報コンテンツ 1035 をブロック分解してブロックデータ 1045 を得（処理 1040）、該ブロックデータ 1045 を直交変換して第 2 の周波数成分行列 1055 を生成する（処理 1025）。この生成された周波数成分行列 1025、1055 の各要素の差分の分布の分散を求め（処理 1060）、各周波成分の帯域毎の変更の比率を表わす電子透かし重み比率情報 1070 を得る。こうして予め求めておいた電子透かし重み比率情報を保持しておき、必要により電子透かし埋め込み処理及び読み取り処理に使用する。

【0032】

図 11 は、本実施例 3 の核となる電子透かし埋め込み処理の詳細フローチャートである。なお、電子透かし埋め込みの全体的処理フローは図 3 あるいは図 6 と同じである。

【0033】

ここで、電子透かし重み比率系列を $\{d, v_0, v_1, \dots, v_{N-1}\}$ ($0 \leq v_u < M_u$, $0 \leq u < N$) とし、また、電子透かし強度（電子透かし入りの画像や音声

の非可逆圧縮などに対する電子透かしの耐久度を示す値)を Power とする。

【0 0 3 4】

本実施例の電子透かし埋め込み処理は次のようにして行われる。

【数 7】

1. すべての $i(0 \leq i < \lfloor \frac{m}{n} \rfloor \cdot n)$ に対して以下の処理を行なう。
2. 電子透かし埋め込み対象となる周波数係数 $f[i]$ の帯域 ($f[i]$ を周波数成分行列の第 $(v_0, v_1, \dots, v_{N-1})$ 成分とする) に当る電子透かし重み比率系列の要素 $d_{v_0, v_1, \dots, v_{N-1}}$ を用いて,
 $q[i] \leftarrow d_{v_0, v_1, \dots, v_{N-1}} \times \text{Power}$ によって, 周波数係数 $f[i]$ に電子透かしの埋め込む際の量子化幅 $q[i]$ を求める。
3. 係数 $f[i]$ の中から電子透かしの埋め込んだ係数 $f'[i]$ を求める。
 - i) $\lfloor \frac{f[i]}{q[i]} + \frac{1}{2} \rfloor \bmod 2$ が $s[X][Y]$ と等しい場合,
 $f'[i] \leftarrow \lfloor \frac{f[i]}{q[i]} + \frac{1}{2} \rfloor \times q[i]$
 - ii) $\lfloor \frac{f[i]}{q[i]} + \frac{1}{2} \rfloor \bmod 2$ が $s[X][Y]$ と異なっており, $\lfloor \frac{f[i]}{q[i]} + \frac{1}{2} \rfloor$ が $\lfloor \frac{f[i]}{q[i]} \rfloor$ と等しい場合,
 $f'[i] \leftarrow (\lfloor \frac{f[i]}{q[i]} + \frac{1}{2} \rfloor + 1) \times q[i]$
 - iii) $\lfloor \frac{f[i]}{q[i]} + \frac{1}{2} \rfloor \bmod 2$ が $s[X][Y]$ と異なっており, $\lfloor \frac{f[i]}{q[i]} + \frac{1}{2} \rfloor$ が $\lfloor \frac{f[i]}{q[i]} \rfloor$ と異なっている場合,
 $f'[i] \leftarrow (\lfloor \frac{f[i]}{q[i]} + \frac{1}{2} \rfloor - 1) \times q[i]$

ただし、 $X = i / t$, $Y = i \bmod t$ とし、

【数 8】

$\lfloor x \rfloor$

とは x を超さない最大の整数、 $x \bmod y$ は x を y で割った余りを表す。

【0 0 3 5】

〔実施例 4〕

本実施例は前記実施例 3 の電子透かし埋め込み処理に対する電子透かし読み取り処理であり、透かし入りのデジタル情報コンテンツの部分データを入力して、デジタル情報コンテンツの編集方法に応じた周波数帯域毎の変更量を用いて、周波数帯域毎の変更量を基に周波数成分から電子透かしを読み取り、電子透かし情報として出力するものである。

【0036】

ここでは、まず、本実施例の基礎となる従来の電子透かし読み取り方法の一般的処理を説明し、次に、本実施例の改良点について説明する。

【0037】

図 12 は、従来の量子化に基づく電子透かし読み取り処理の全体的フローチャートである。処理の概要は以下の通りである。

電子透かし読み取り処理装置 20 は、透かし入りのデジタル情報コンテンツ 21 を複数ブロック (m ブロック) に分解して透かし入りブロックデータ 205 を得 (処理 200)、該透かし入りブロックデータ 205 を直交変換して、透かし入り周波数成分行列 215 を生成する (処理 210)。一方、入力された鍵情報 22 から擬似乱数系列 225 を生成する (処理 220)。この擬似乱数系列 225 を用いて、透かし入り周波数成分行列 215 の各周波数成分 (各ブロック) から電子透かし処理された係数値を一つずつ選択して、透かし入り周波数系列 235 を得る (処理 230)。この透かし入り周波数系 235 について、透かし読み取り処理を施こして電子透かし系列 245 を抽出する (処理 240)。最後に、この電子透かし系列について統計的な処理などを施こし、元の透かし入り情報 23 を出力する (処理 250)。

【0038】

図 13 は、従来の電子透かし読み取り処理 (処理 240) の詳細フローチャートである。従来の透かし入り周波数系列 $\{f'[i]\}$ から電子透かし系列を読み取る処理は次のようにして行われる。

【数 9】

1. 周波数成分量子化幅 q を用い、すべての $i(0 \leq i < \lfloor \frac{m}{n} \rfloor \cdot n)$ に対して以下の処理を行なう。
2. 係数 $f'[i]$ から電子透かし系列 $s[X][Y]$ を読み取る。

$$s[X][Y] \leftarrow \lfloor \frac{f'[i]}{q} + \frac{1}{2} \rfloor \bmod 2$$
ただし、 q は周波数係数に電子透かしを埋め込んだ際の量子化幅を表し、
 $X = \lfloor \frac{i}{t} \rfloor$, $Y = i \bmod t$ とする。

【0039】

次に、本実施例 4 の電子透かし読み取り処理について説明する。図 14 に本実施例 4 の電子透かし読み取り処理の詳細フローチャートを示す。

実施例 3 の場合と同様に、電子透かし重み比率系列を $\{d, v_0, v_1, \dots, v_{N-1}\}$ ($0 \leq v_u < M_u$, $0 \leq u < N$) とし、また、電子透かし強度（電子透かし入りの画像や音声の非可逆圧縮などに対する電子透かしの耐久度を示す値）を Power とする。

【0040】

本実施例 4 の透かし入り周波数系列から電子透かし系列を読み取る処理は、次のようにして行われる。

【数 10】

1. すべての $i(0 \leq i < \lfloor \frac{m}{n} \rfloor \cdot n)$ に対して以下の処理を行なう。
2. 電子透かし系列読み取り対象となる周波数係数 $f[i]$ の帯域 ($f[i]$ を周波数成分行列の第 $(v_0, v_1, \dots, v_{N-1})$ 成分とする) に当る電子透かし重み比率系列の要素 $d, v_0, v_1, \dots, v_{N-1}$ を用いて、

$$q[i] \leftarrow d, v_0, v_1, \dots, v_{N-1} \times \text{Power}$$
によって、周波数係数 $f'[i]$ に電子透かしを読み取る際の量子化幅 $q[i]$ を求める。
3. 係数 $f'[i]$ から電子透かし系列 $s[X][Y]$ を読み取る。

$$s[X][Y] \leftarrow \lfloor \frac{f'[i]}{q[i]} + \frac{1}{2} \rfloor \bmod 2$$
ただし、 $X = \lfloor \frac{i}{t} \rfloor$, $Y = i \bmod t$ とする。

【0041】

以上の実施例3及び実施例4によれば、周波数帯域に応じて電子透かしの埋め込み強度を変化させることが可能となる。情報コンテンツの非可逆圧縮などの編集による周波数帯域毎の原情報からの変化量に応じて、その変化量が大きい帯域に対しては電子透かしの埋め込み強度を上げ、変化量が小さい帯域に対しては電子透かしの埋め込み強度を下げるといった、編集方法に適合した電子透かし埋め込み及び読み取りが可能となる。これにより電子透かしの埋め込んだ情報コンテンツの品質と電子透かしの強度両方を同時に向上させることができる。

【0042】

〔実施例5〕

本実施例は十分多くの情報コンテンツ（電子透かし処理対象が画像なら画像音声なら音声）を用意し、これらに対して周波数帯域毎の電子透かし強度マトリクス計算処理を行なうものである。

【0043】

本実施例5の基となる処理フローは図10と同じである。ここで、図10の直交変換処理は、電子透かしに用いる直交変換処理と同じものを用いるものとする。例えば、電子透かしに用いる直交変換が 16×16 サイズのDCTならばそれと同じものを、 128×128 サイズのFFTならばそれと同じものをといった具合である。

【0044】

図15に、本実施例の周波数帯域毎の電子透かし強度マトリクス計算処理の詳細フローチャートを示す。

【0045】

周波数成分行列を N 、サイズを $M_0 \times M_1 \times M_{N-1}$ とし、各成分を $x_{v_0, v_1, \dots, v_{N-1}}$ 、 $x_{t_{v_0, v_1, \dots, v_{N-1}}}$ ($0 \leq v_u < M_u$, $0 \leq u < N$) とおく。図15の処理は以下の通りである。

【数 1 1】

1. すべての $i(0 \leq i < m)$ に対して 2~3 の処理を行なう。
2. すべての $(v_0, v_1, \dots, v_{N-1}) = (0, 0, \dots, 0) \sim (M_0, M_1, \dots, M_{N-1})$ に対して 3 の処理を行なう。
3. $y_{v_0, v_1, \dots, v_{N-1}}^{(i)} \leftarrow x_{0, v_0, v_1, \dots, v_{N-1}} - x_{t, v_0, v_1, \dots, v_{N-1}}$
4. すべての $(v_0, v_1, \dots, v_{N-1}) = (0, 0, \dots, 0) \sim (M_0, M_1, \dots, M_{N-1})$ に対して 5~6 の処理を行なう。
5. $A_{v_0, v_1, \dots, v_{N-1}} \leftarrow \frac{\sum_{i=0}^{m-1} y_{v_0, v_1, \dots, v_{N-1}}^{(i)}}{m}$
6. $d_{v_0, v_1, \dots, v_{N-1}} \leftarrow \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^{m-1} (y_{v_0, v_1, \dots, v_{N-1}}^{(i)} - A_{v_0, v_1, \dots, v_{N-1}})^2}{m}}$

【0 0 4 6】

本実施例によれば、情報コンテンツの非可逆圧縮など編集方法に適合した周波数帯域毎の電子透かし埋め込み強度設定が可能となる。例えば、電子透かし強度を Power とし、編集前後の周波数成分の各係数値の変化量の分布がラプラス分布に近似できるとすると、想定した編集方法により処理を施された情報コンテンツから透かしを読み取った場合、透かし情報のビット反転率を周波数成分位置に依らず、

【数 1 2】

$$e^{-\frac{\text{Power}}{\sqrt{2}}}$$

で抑えることが可能である (e は自然対数)。このような定量式でビット反転率を予想できることが大きな特徴のひとつである。また、従来問題点のひとつであった周波数成分位置によって、埋め込んだ透かしの耐久性が異なるという点についても、本実施例により解決されている。すなわち埋め込んだ透かしの耐久性は、周波数成分位置によらず一定である (上記式より自明)。なお、本実施例は、量子

化に基づく電子透かし方法のみならず、スペクトラム拡散技術を用いた電子透かし方法に対しても適用することが可能である。

【0047】

〔実施例6〕

これは、実施例1と実施例3を組み合わせる電子透かし埋め込み処理を行なうものである。本実施例6の電子透かしを埋め込む処理について、図6の処理150を改良した詳細について説明する。

【0048】

本実施例では、周波数系列 $\{f[i]\}$ に電子透かしを埋め込む処理を次のようにして行われる。

【数13】

1. すべての $i(0 \leq i < \lfloor \frac{m}{n} \rfloor \cdot n)$ に対して以下の処理を行なう。
2. 電子透かし埋め込み対象となる周波数係数 $f[i]$ の帯域に当る電子透かし重み比率系列の要素 $d_{v_0, v_1, \dots, v_{N-1}}$ を用いて、 $q[i] \leftarrow d_{v_0, v_1, \dots, v_{N-1}} \times Power$ によって、周波数係数 $f[i]$ に電子透かしを埋め込む際の量子化幅 $q[i]$ を求める。
3. 係数 $f[i]$ にかゝる電子透かしを埋め込んだ係数 $f'[i]$ を求める。

i) $\lfloor \frac{f[i]}{q[i]} + \frac{1}{2} \rfloor \bmod 2$ が $s[X][Y]$ と等しい場合、

$$f'[i] \leftarrow f[i] + (\lfloor \frac{f[i]}{q[i]} + \frac{1}{2} \rfloor \times q[i] - f[i]) \times e[i]$$

ii) $\lfloor \frac{f[i]}{q[i]} + \frac{1}{2} \rfloor \bmod 2$ が $s[X][Y]$ と異なり、 $\lfloor \frac{f[i]}{q[i]} + \frac{1}{2} \rfloor$ が $\lfloor \frac{f[i]}{q[i]} \rfloor$ と等しい場合、

$$f'[i] \leftarrow (\lfloor \frac{f[i]}{q[i]} + \frac{1}{2} \rfloor + \frac{e[i]+1}{2}) \times q[i]$$

iii) $\lfloor \frac{f[i]}{q[i]} + \frac{1}{2} \rfloor \bmod 2$ が $s[X][Y]$ と異なり、 $\lfloor \frac{f[i]}{q[i]} + \frac{1}{2} \rfloor$ が $\lfloor \frac{f[i]}{q[i]} \rfloor$ と異なっている場合、

$$f'[i] \leftarrow (\lfloor \frac{f[i]}{q[i]} + \frac{1}{2} \rfloor - \frac{e[i]+1}{2}) \times q[i]$$

ただし、 $X = i / t$ 、 $Y = i \bmod t$ とし、

【数 1 4】

$[x]$

とは x を超さない最大の整数、 $x \bmod y$ は x を y で割った余りを表す。

【0 0 4 9】

本実施例によれば、実施例 1 及び実施例 3 を単体で使用した場合に比べて、電子透かしを埋め込んだ情報コンテンツの品質と電子透かしの強度両方をさらに向上させることができる。また、電子透かし読み取り方法については、実施例 4 で示した方法がそのまま適用可能である。

【0 0 5 0】

以上、本発明の実施例を説明したが、電子透かし埋め込み処理装置や電子透かし読み取り処理装置は、実際には所謂コンピュータを利用して構築される。また、ここで説明した電子透かし埋め込み処理や電子透かし読み取り処理の手順やアルゴリズムは、コンピュータで読み取り可能な言語で記述し、電子透かし処理プログラムとしてコンピュータで読み取り可能な記録媒体、例えばフロッピーディスクやコンパクトディスク（CD-ROM）などに記録して提供することが可能である。

【0 0 5 1】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、電子透かしの埋め込みに際する周波数成分の変化量の比率を周波数帯域毎に変化させ、及び／又は、それぞれ情報コンテンツの複雑度によって変化量を増減させることにより、電子透かしを埋め込んだ情報コンテンツの品質を向上させること、電子透かしを埋め込んだ情報コンテンツの編集処理に対する電子透かしの耐久性の向上させることを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明による電子透かし埋め込み処理装置の入出力関係を示す図である。

【図 2】

本発明による電子透かし読み取り処理装置の入出力関係を示す図である。

【図 3】

従来の電子透かし埋め込み処理の全体フロー図である。

【図 4】

従来の電子透かし埋め込み処理の要部の詳細フロー図である。

【図 5】

従来の電子透かし埋め込み処理の概念図である。

【図 6】

本発明の実施例 1 の電子透かし埋め込み処理の全体フロー図である。

【図 7】

実施例 1 の電子透かし埋め込み処理の要部の詳細フロー図である。

【図 8】

実施例 1 の電子透かし埋め込み処理の概念図である。

【図 9】

本発明の実施例 2 のデータ複雑度計算の処理フロー図である。

【図 1 0】

本発明の実施例 3 及び実施例 4 で用いる電子透かし重み比率系列の処理フロー図である。

【図 1 1】

本発明の実施例 3 の電子透かし埋め込み処理の要部の詳細フロー図である。

【図 1 2】

従来の電子透かし読み取り処理の全体フロー図である。

【図 1 3】

従来の電子透かし読み取り処理の要部の詳細フロー図である。

【図 1 4】

本発明の実施例 4 の電子透かし読み取り処理の要部の詳細フロー図である。

【図 1 5】

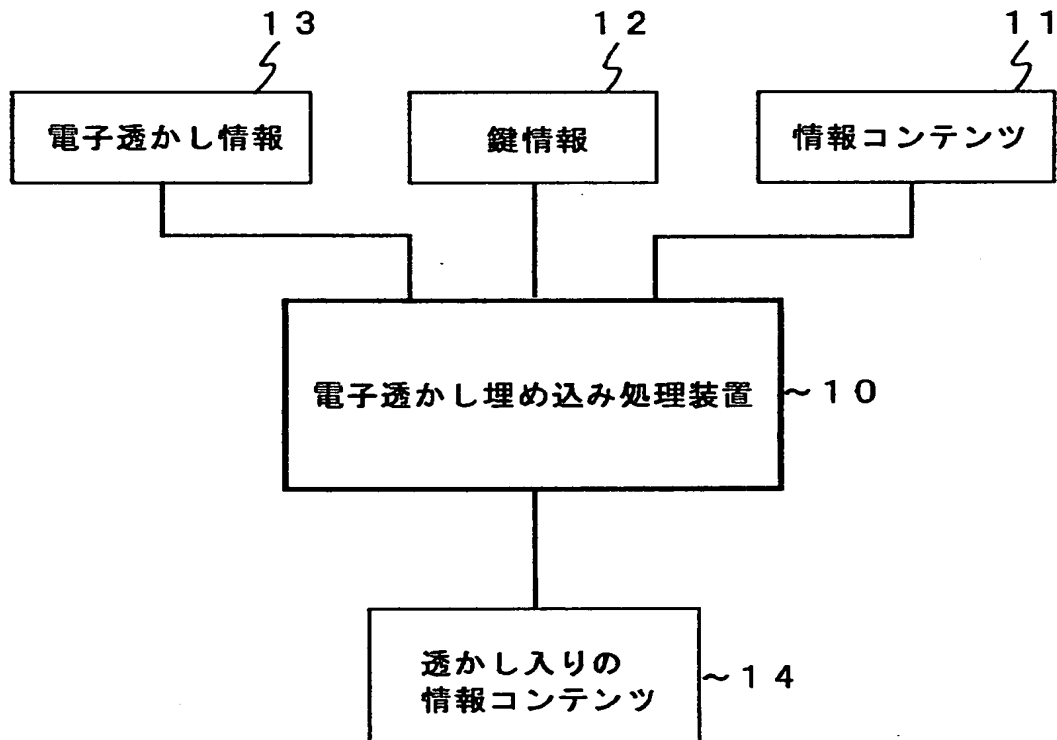
本発明の実施例 5 の電子透かし強度マトリクス計算の詳細フロー図である。

【符号の説明】

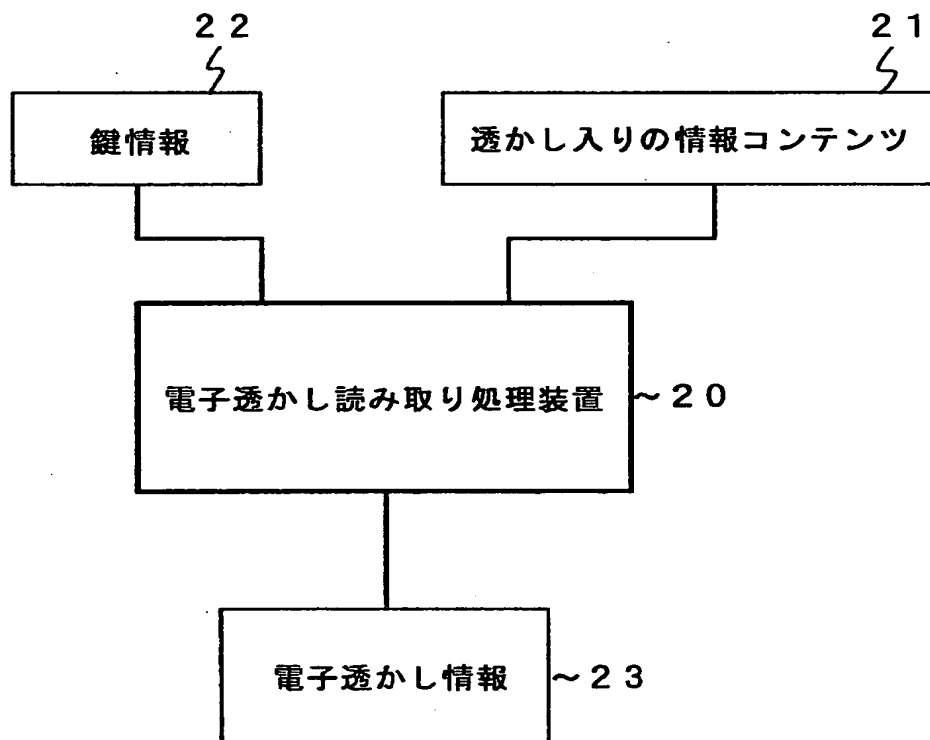
- 1 0 電子透かし埋め込み処理装置
- 1 1 情報コンテンツ
- 1 2 鍵情報
- 1 3 電子透かし情報
- 1 4 透かし入り情報コンテンツ
- 2 0 電子透かし読み取り処理装置
- 2 1 透かし入り情報コンテンツ
- 2 2 鍵情報
- 2 3 電子透かし情報

【書類名】 図面

【図 1】

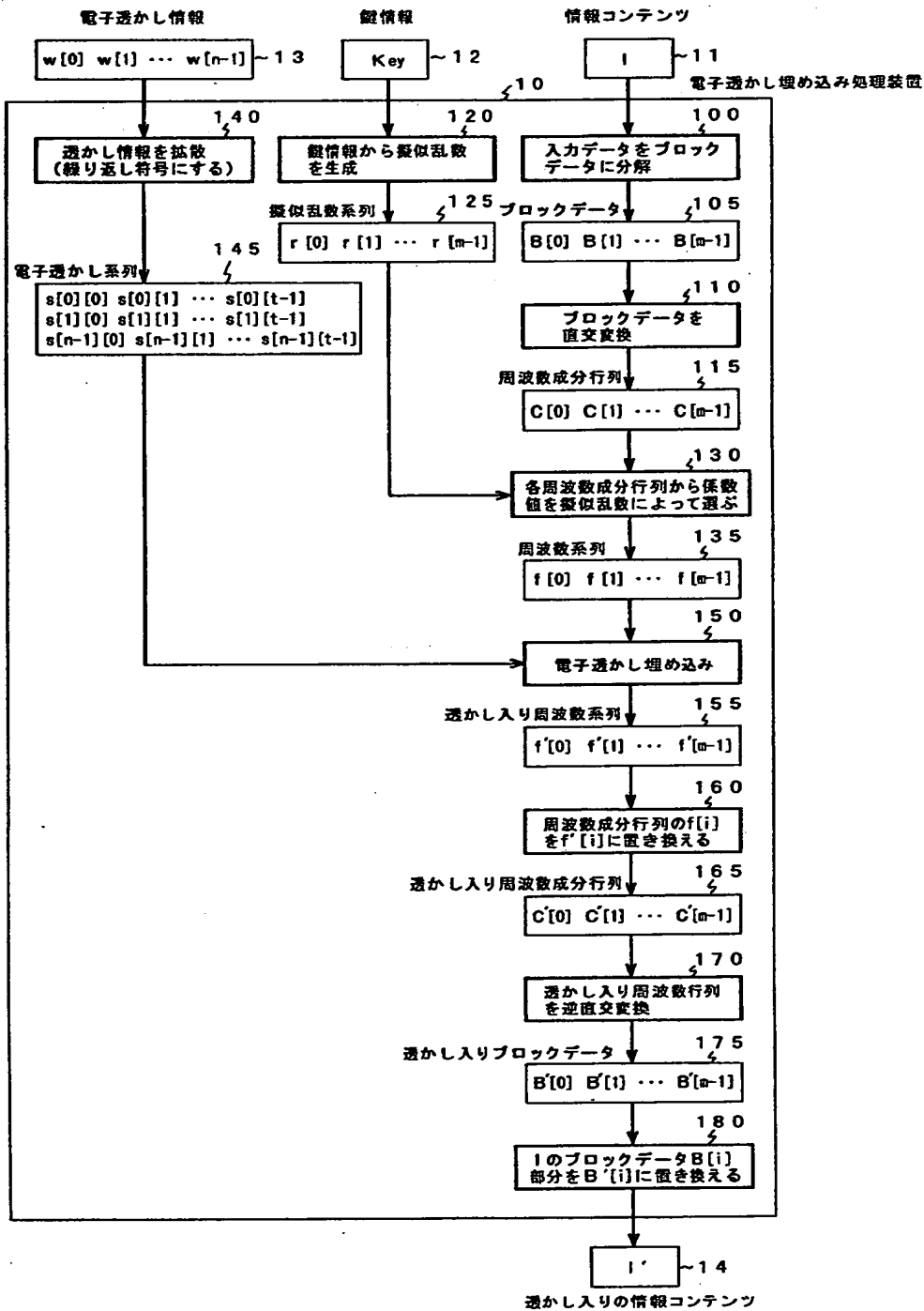


【図 2】

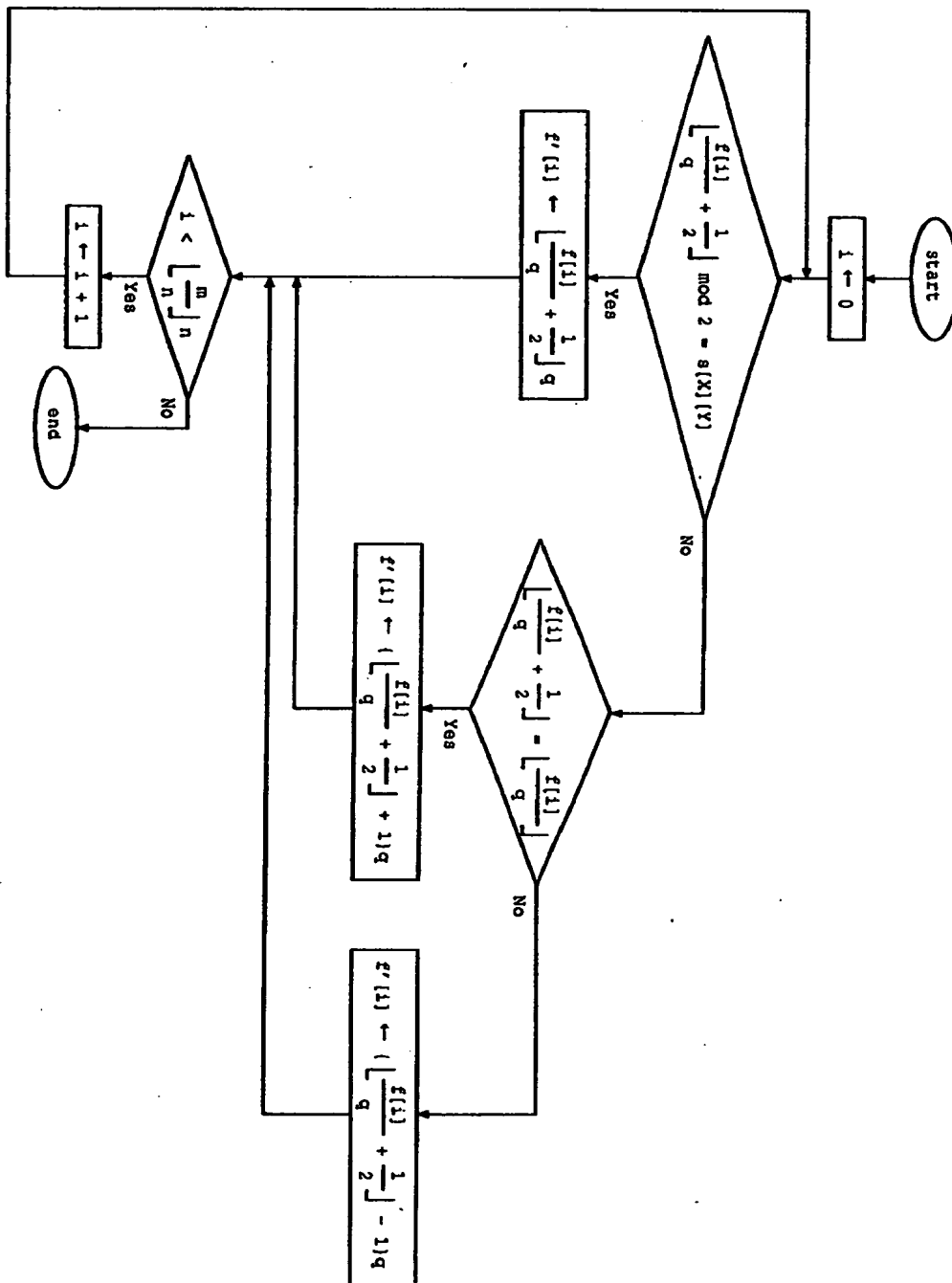


【図3】

従来の電子透かし埋め込み処理フロー



従来の電子透かし埋め込み処理フローチャート

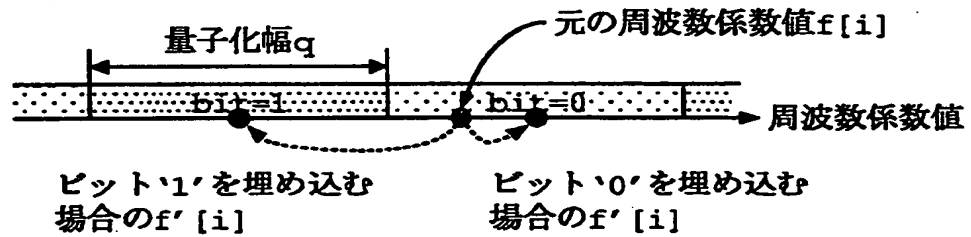


【図 4】

【図 5】

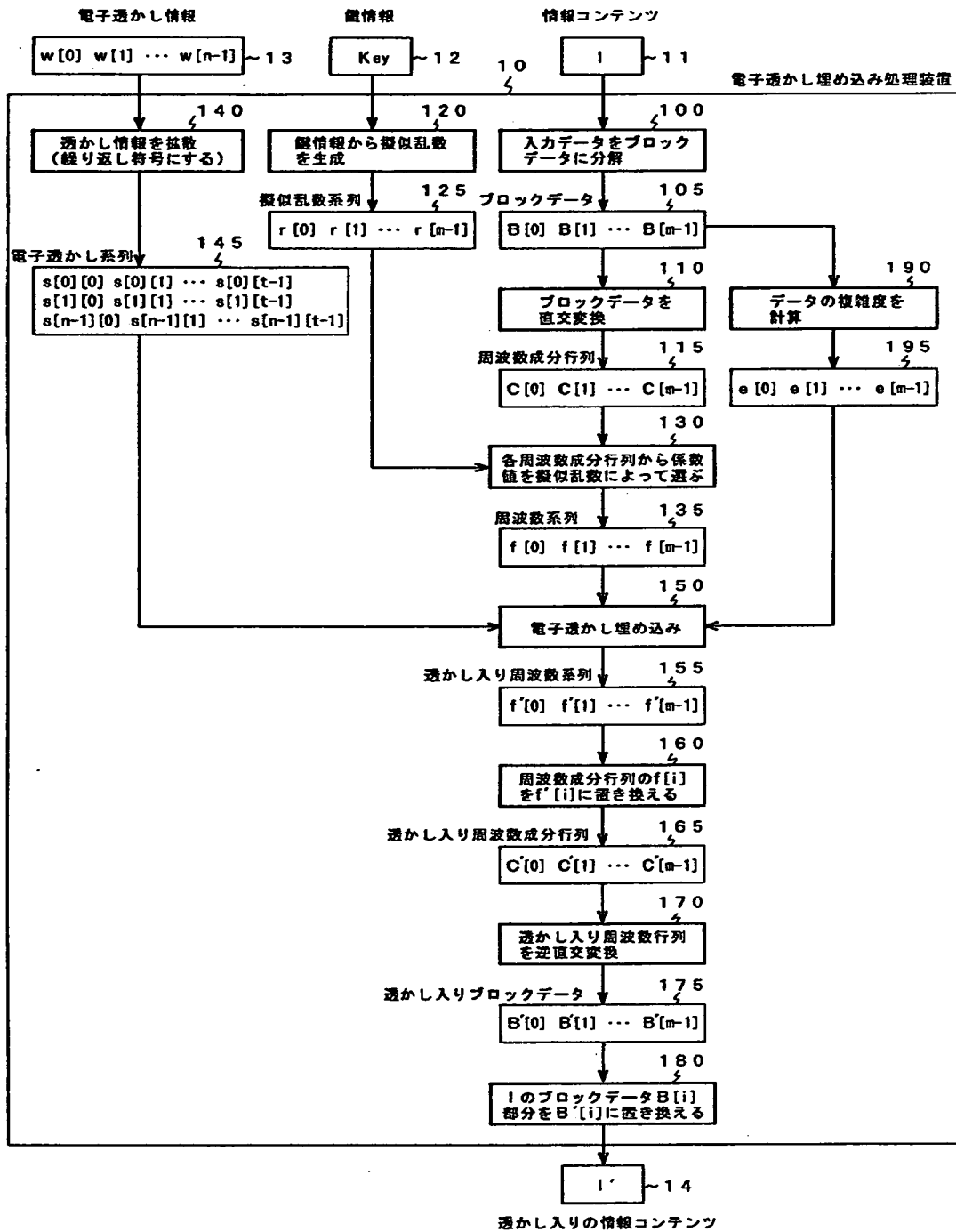
従来の電子透かし埋め込み処理概念

従来方法



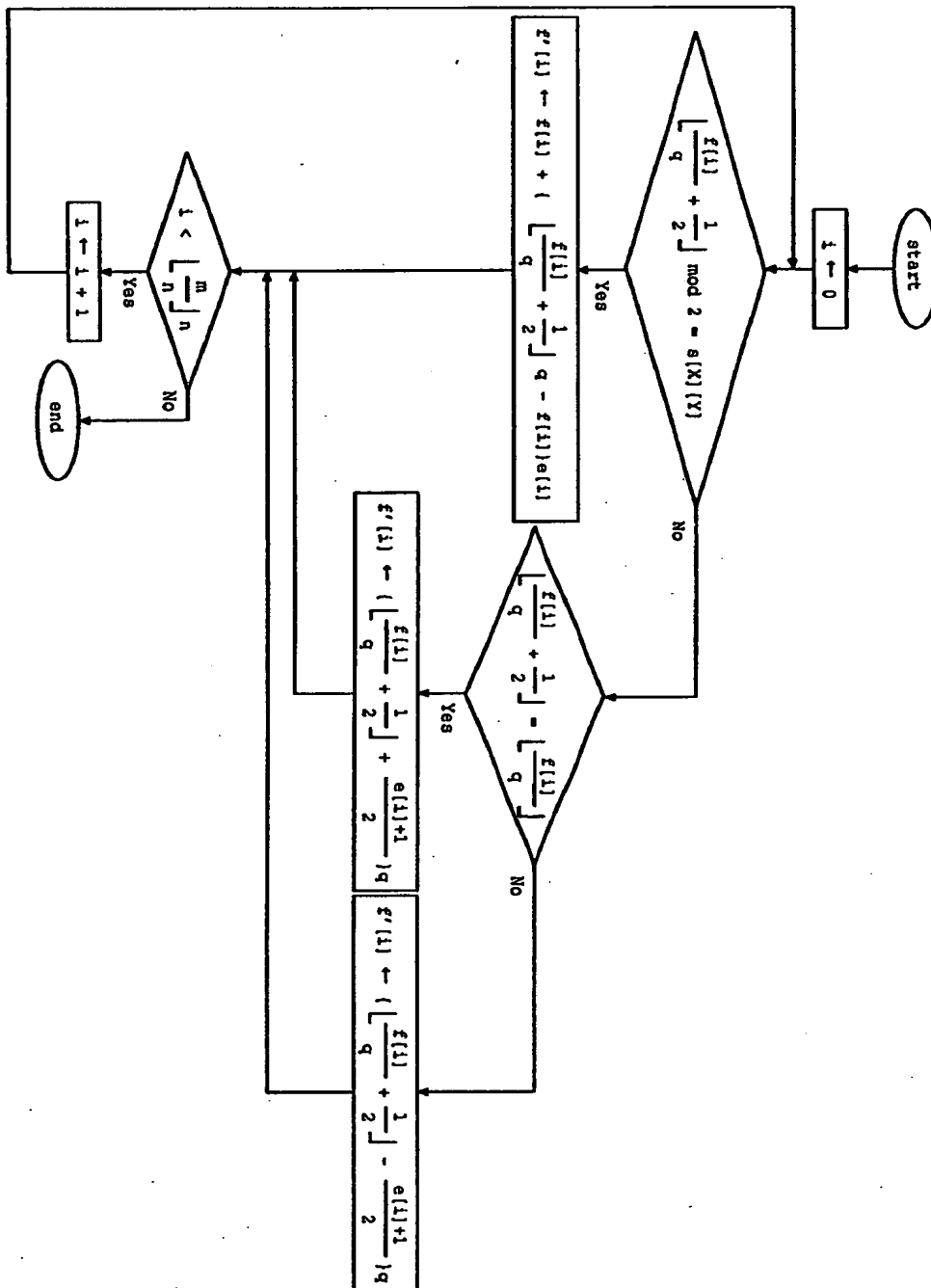
【図 6】

実施例 1 の処理フロー



実施例 1 の電子透かし埋め込み処理フローチャート

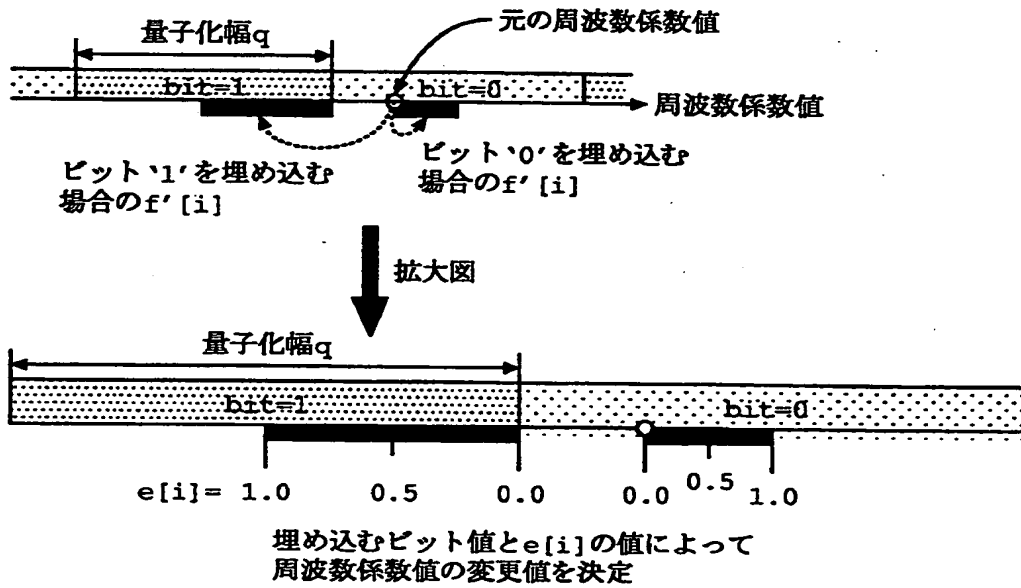
【図 7】



【図 8】

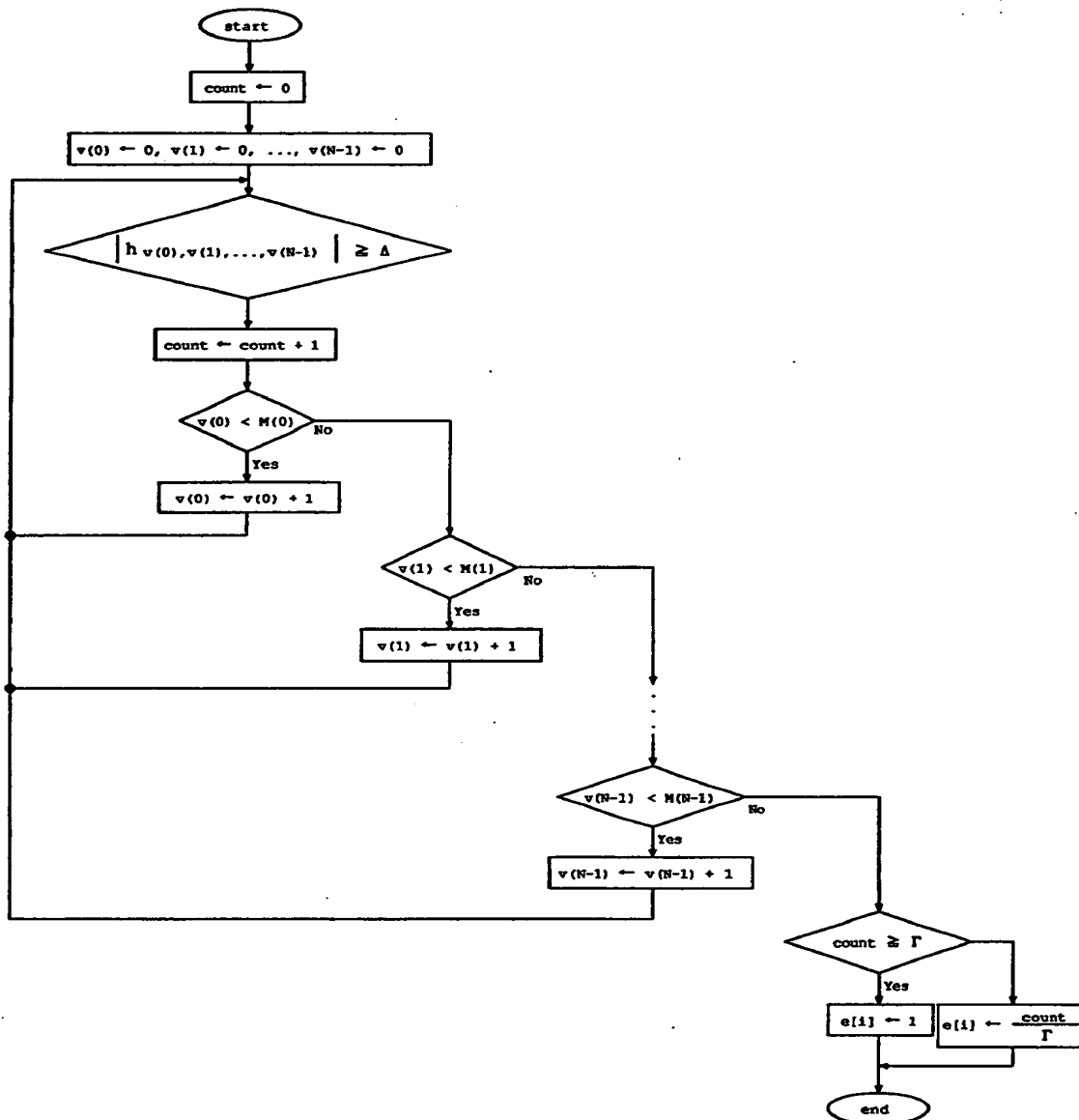
実施例 1 の処理概念

本発明



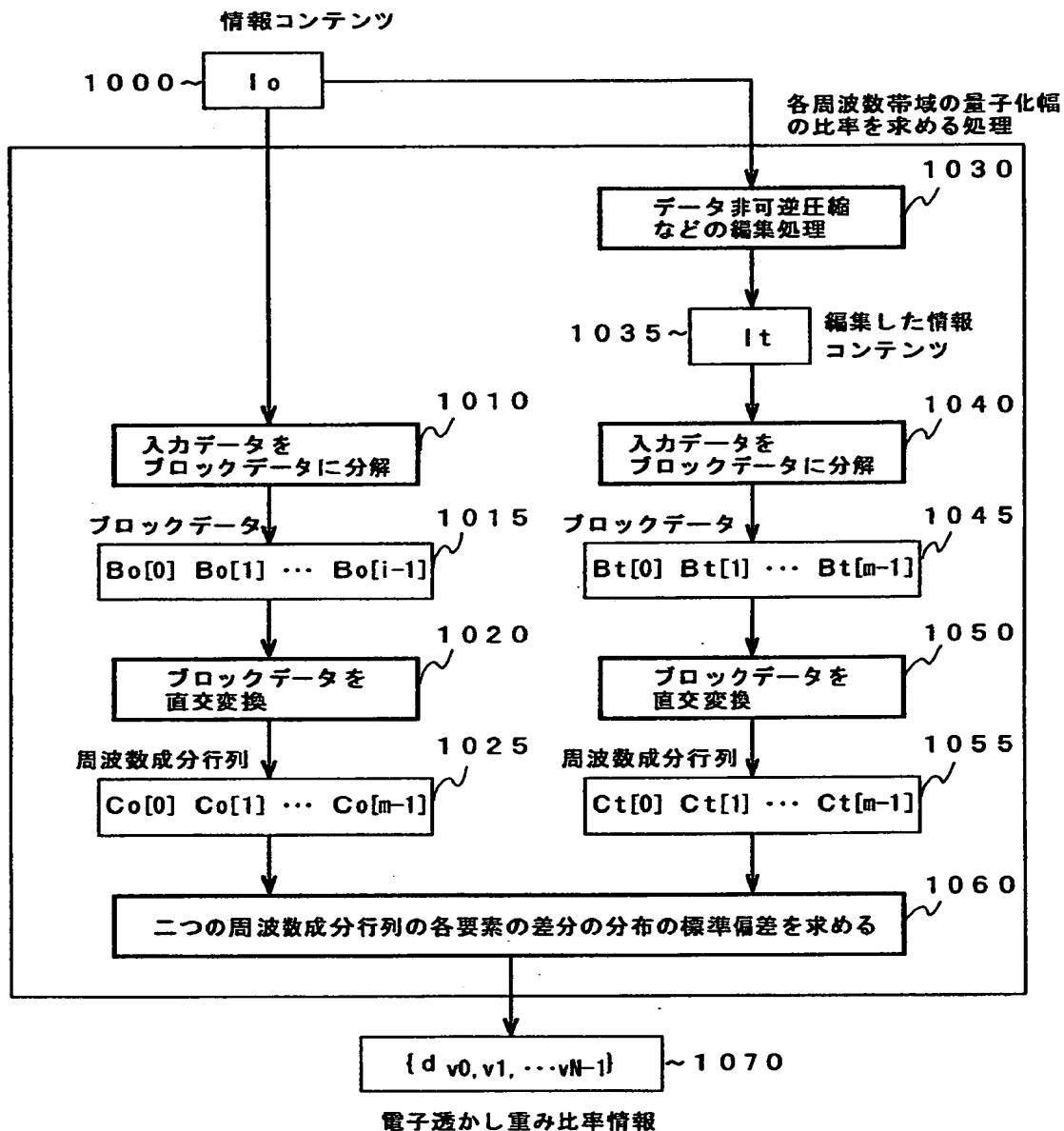
【図9】

実施例2の データ複雑度計算処理フローチャート

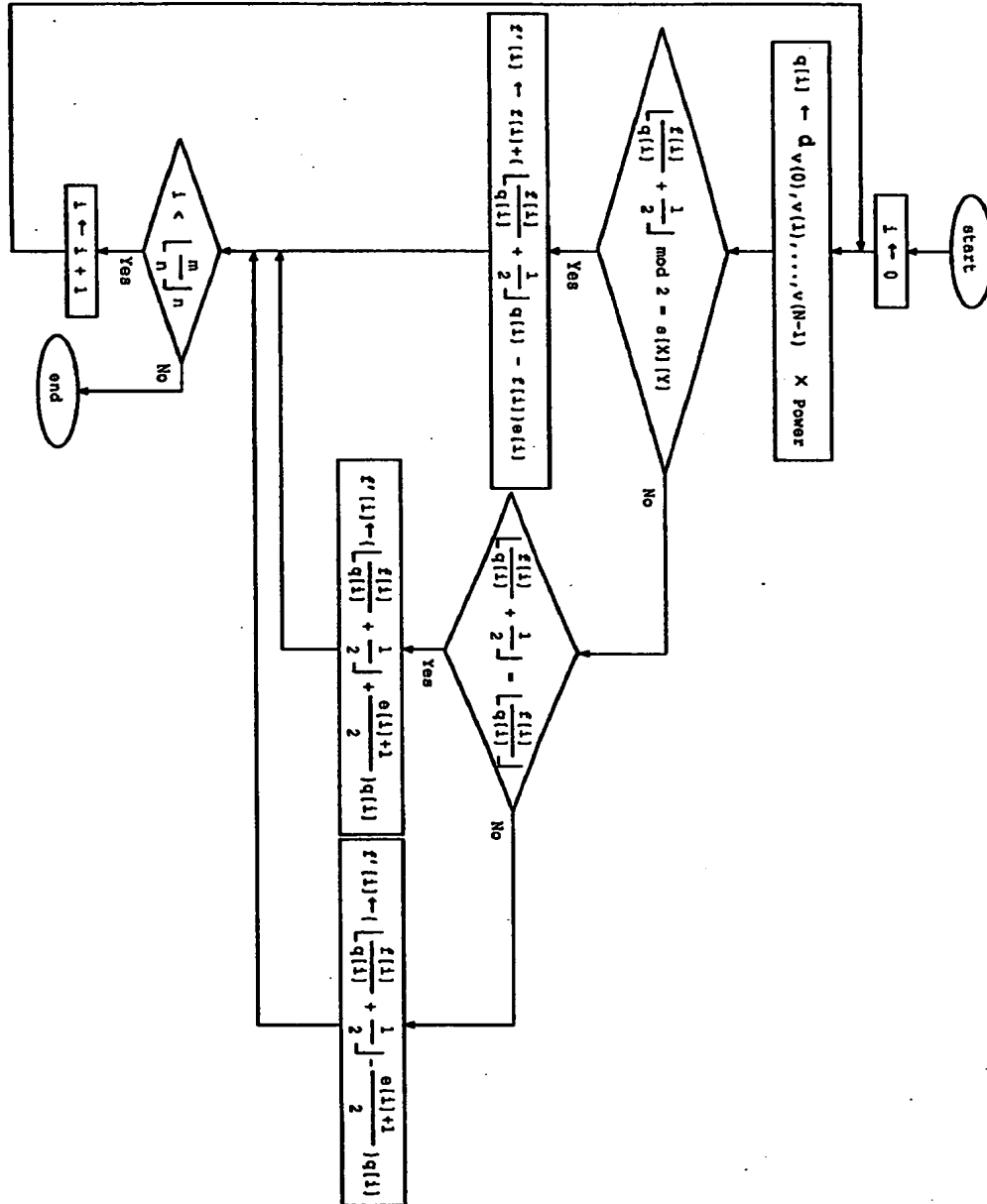


【図 10】

電子透かし重み比率系列 を求める処理フロー



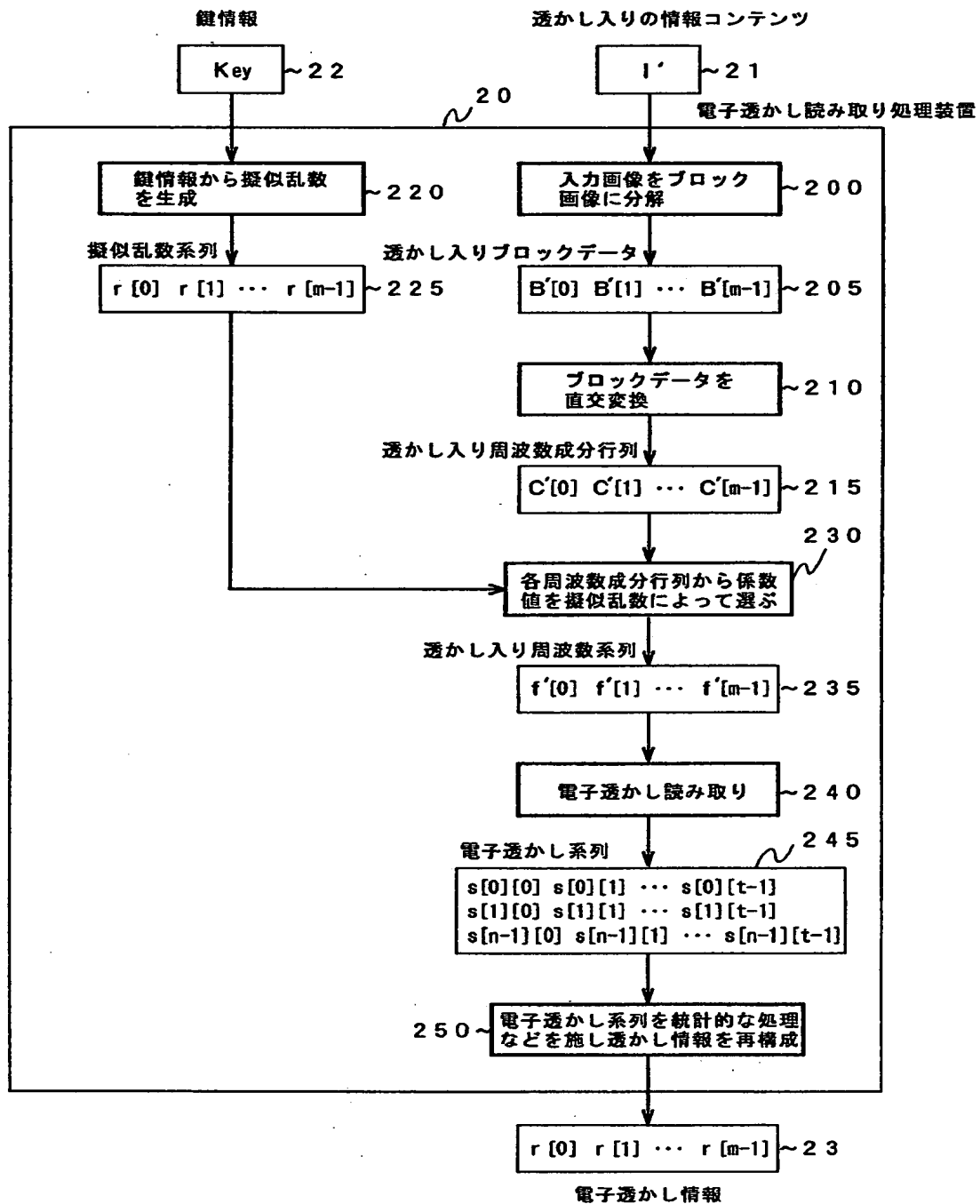
実施例 3 の
電子透かし埋め込み処理フローチャート



【図 1 1】

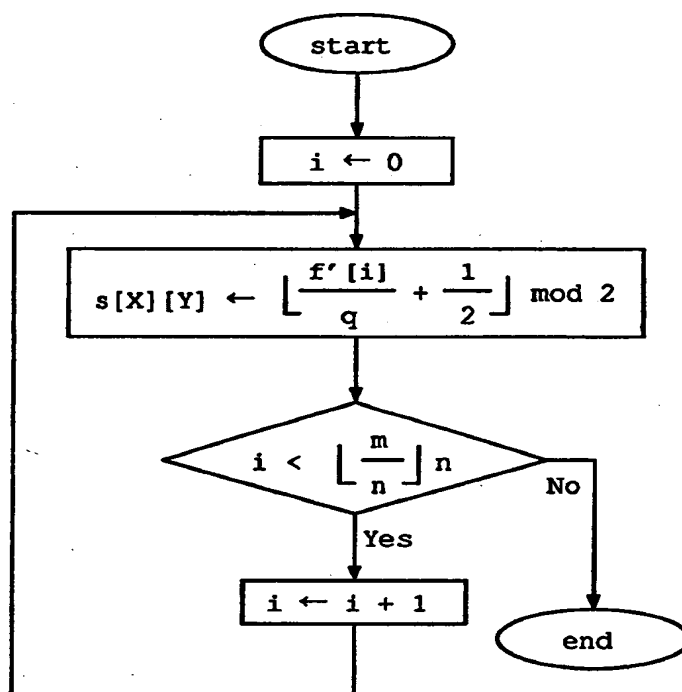
【図 12】

従来の電子透かし読み取り処理フロー



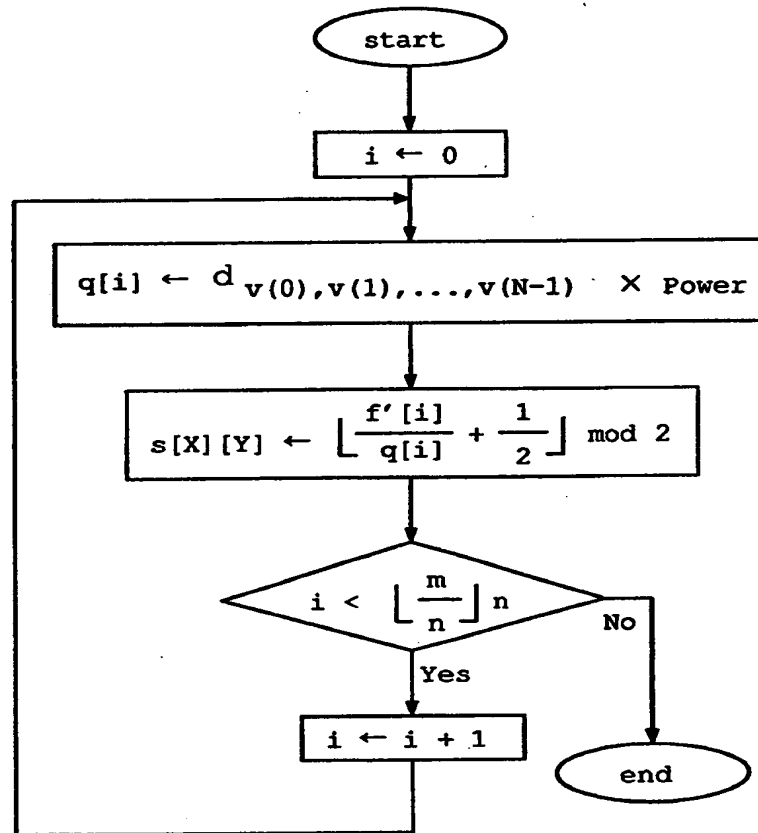
【図 13】

従来の電子透かし
読み取り処理フローチャート



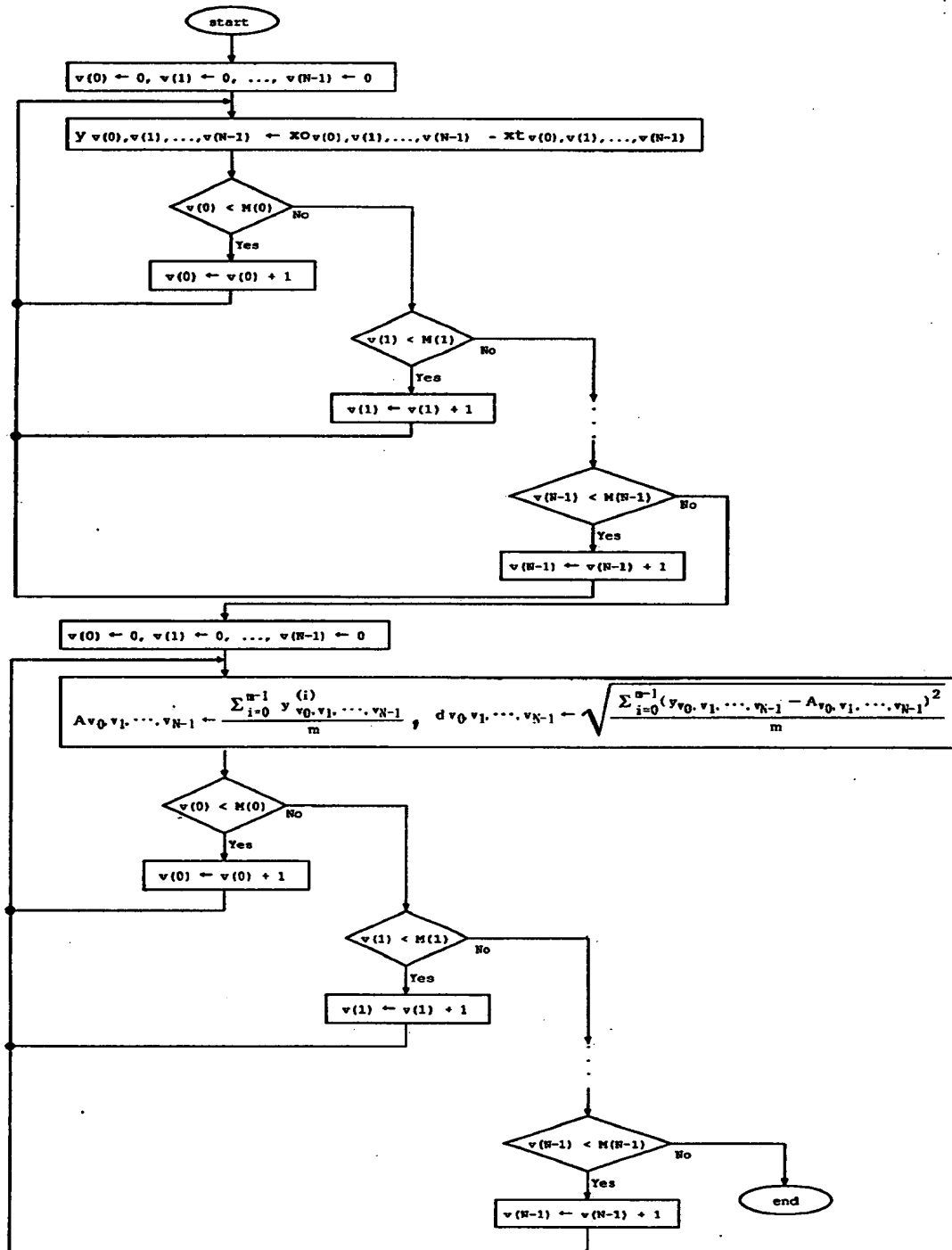
【図 14】

実施例 4 の電子透かし
読み取り処理フローチャート



【図15】

実施例5の周波数帯域毎の電子透かし
強度マトリックス計算処理フローチャート



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電子透かしを埋め込んだ情報コンテンツの品質の向上、該情報コンテンツのメディア編集処理に対する電子透かしの耐久性の向上を図る。

【解決手段】 情報コンテンツの部分データに電子透かしを埋め込む際に、各部分データの人間の知覚に基づくデータ複雑度を計算し、その値に応じて部分データの変更量を変化させる。また、埋め込み対象となる周波数成分の帯域毎に変更量を変える。予め各周波数帯域毎の透かし強度マトリクスを用意しておき、これに電子透かし埋め込み強度を積算したものを、実際に電子透かしを埋め込む際の周波数成分変更量とする。

【選択図】 図 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 4 2 2 6]

1. 変更年月日 1 9 9 5 年 9 月 2 1 日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都新宿区西新宿三丁目 1 9 番 2 号
氏 名 日本電信電話株式会社
2. 変更年月日 1 9 9 9 年 7 月 1 5 日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号
氏 名 日本電信電話株式会社